

# 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生物科

第三名

030317

誰偷了狗食？以創新腳紋拓印法發現白頭翁  
(*Pycnonotus sinensis*)覓食狗食新族群

學校名稱：臺北縣立林口國民中學

作者： 國一 李亭霖 國二 李佳欣 國二 徐小佩 國三 林羿帆	指導老師： 鍾兆晉
---	--------------

關鍵詞：白頭翁 (*Pycnonotus sinensis*)、

狗食、覓食行為

# 誰偷了狗食?以創新腳紋拓印法發現白頭翁

## (*Pycnonotus sinensis*) 覓食狗食新族群

### 摘要

白頭翁 (*Pycnonotus sinensis*) 是台灣中低海拔常見的親人種留鳥，近年來科學家對白頭翁的研究集中在捕食、育幼、築巢以及與烏頭翁雜交情形之研究，對於白頭翁在城市生態系中適應的情形，並未著墨太多。本研究主要發展創新隻腳紋拓印法用以區別取食狗食之白頭翁個體，取代已知必須捕捉繫放的「捕捉套環法」以及「標記飛羽法」，並發現已發展固定行為模式的取食狗食之特定白頭翁族群。研究結果顯示，狗食大小與形狀會影響特定白頭翁族群之覓食偏好，該族群覓食狗食行為與時間地點、狗食密度、人為干擾度、溫度、降雨和季節皆無明顯之相關，根據糞便分析對照組（非覓食狗食族群）與實驗組（覓食狗食族群）有顯著差異。統整以上研究，樣區內白頭翁族群已走向人為干擾嚴重後選擇不同適應行為的分歧之路。

# 偷了狗食?以創新腳紋拓印法發現白頭翁

## (*Pycnonotus sinensis*) 覓食狗食新族群

### 壹、研究動機

這天，學校遭竊了！爲了抓小偷，我們決定調監視攝影機。雖然沒能捉到小偷，但卻發現一樁奇特的事情，在學校處室前，定期給校犬食用的狗食竟被白頭翁所覓食，看牠俯衝而下迅速且熟練地拾起狗食，而沒去捕捉昆蟲或果實，因此我們對此事感到十分的疑惑。不禁好奇牠爲何會有如此特別的覓食行爲？是否每隻白頭翁都有如此行爲？然而這與人類開發環境有什麼關係？還是狗食對牠產生了影響？而牠覓食前所發出的鳴叫聲究竟又象徵什麼意思？而小狗對於白頭翁的反應究竟是如何？白頭翁又因此採取什麼策略呢？於是我們決定開始研究白頭翁覓食狗食之行爲。

### 貳、研究目的

- 一、研究白頭翁的基本生物學知識。
- 二、觀察白頭翁覓食狗食的行爲。
- 三、探討白頭翁出現覓食狗食的時間。
- 四、探討白頭翁適應環境的程度。
- 五、研究狗對於白頭翁的覓食行爲影響。
- 六、評估現今環境對白頭翁的利弊。

### 參、研究器材

本實驗所需各項設備及器材詳如表一。

表一、實驗器材列表

物品名稱	使用數量	用途
數位相機	4 台 (BENQ DCE600)	拍攝實驗、生活型態圖
參考書籍	11 本	了解白頭翁的生活型態
望遠鏡	2 台 (Nikon 7*35)	利於捕捉白頭翁行爲
實驗紀錄本、筆	1 本、1 支	紀錄實驗結果、過程
攝影機	1 台	完整拍攝白頭翁之覓食行爲
溼度、溫度計	1 支 (CHY722)	紀錄當天溼度、溫度
狗食 (Pedigree 寶路)	15 包 (1 包 2kg)	引誘白頭翁前來捕食
食用色素	紅 200、綠 10、藍色 10 包	探討白頭翁行走之路線
錄音筆	1 支 (CENIX)	紀錄白頭翁覓食時的聲紋
Sound Sensor	1 套	紀錄白頭翁覓食時的聲紋
複寫紙	4 張	保存白頭翁個體腳紋
解剖顯微鏡	1 台	分析糞便成分
酒精 (95%)	1 瓶	化解糞便所含成分

## 肆、研究過程及方法

### 一、研究白頭翁的基本生物學知識

#### (一) 文獻探討

收集白頭翁的相關文獻，以了解白頭翁的生活習性、鑑定特徵與過去之相關研究資料，以做為實驗參考。

#### (二) 選定判別白頭翁個體之方法

首先與專家討論，尋求初步實驗的相關方法，討論何種方式較易判斷白頭翁的個體差異，且不會直接傷害白頭翁，以確保實驗的進行，並能持續進行後續的實驗，更進一步選定較佳的實驗方式，再加以討論。

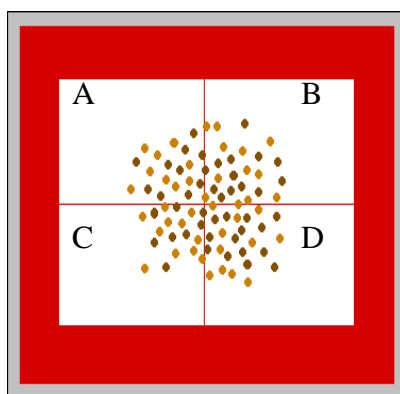
#### (三) 探討顏色對白頭翁覓食行為的影響

在校園內鋪上透明塑膠布後，分別將顏色（紅、綠、藍等食用色素以及無色）均勻的塗於透明塑膠布上，並探討顏色對白頭翁的影響，降低實驗的變因，將各顏色進行實驗十次，取其平均值。

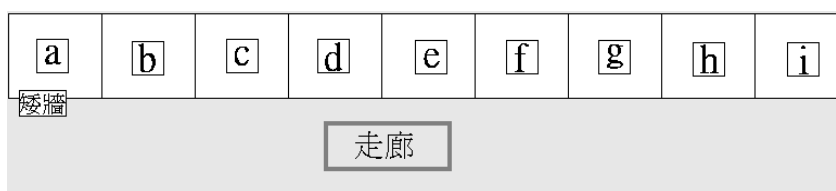
#### (四) 判別白頭翁個體差異

白頭翁外型大致相同，不利直接判斷個體，但在部分行為模式上卻有些許的差異，因此實驗採定拓印腳紋的方法，保留並紀錄其行為特色。

- 1、將狗食放於四張紙的中央，四周鋪上透明塑膠布，並在白頭翁覓食常停棲的地方，均勻塗上食用色素，且在矮牆鋪上紙，如圖一，以增加成功拓印腳紋的機率。
- 2、將每一對腳印進行區分，依據腳印大小、形狀及其特徵判別白頭翁。



圖一、實驗用狗食位置擺設示意圖。

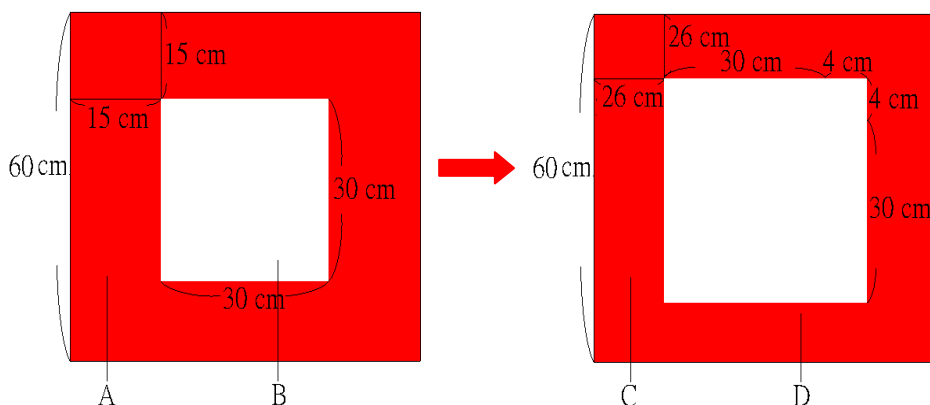


圖二、走廊臺階上的紙張放置位置。

### (五) 探討白紙、色素面積與拓印腳紋之成功機率比較

在觀察白頭翁覓食狗食時，發現白頭翁會離狗食一小段距離，再跳去覓食。因此爲了提高白頭翁腳紋拓印到紙上的機率，並能成功印到完整腳紋，分別以塑膠布範圍一公尺進行實驗。

- 1、分別改變白紙佔面積，從邊長 30 公分，各增加 4 公分（因白頭翁腳紋約 2.5-3 公分，其跳躍距離約爲 1 公分）進行實驗，並於其餘面積塗滿色素。
- 2、將拓到色素以及印到紙上的腳紋數目列出，再統計其值並比較何者較能成功拓印到腳紋（能夠判別白頭翁編號）。



圖三、白紙與色素之比例示意圖。(A：色素部分；B：白紙 30\*30；C：色素部分；D：白紙 34\*34)

## 二、觀察白頭翁覓食狗食的行為

### (一) 比較白頭翁間的覓食差異

調閱攝影機後決定將白頭翁覓食狗食的情形，將覓食所花的時間及覓食行為做紀錄並比較，觀察兩者間的差異。

### (二) 紀錄白頭翁覓食的動作順序

在校園中，部分白頭翁會因個體差異影響其覓食行為順序，爲了判別校園內部分白頭翁的覓食行為，以架設錄影機紀錄下白頭翁的行為，並在觀看攝影機內容後，將白頭翁覓食的動作各自劃分，了解白頭翁個體間覓食的規律性，依據部分白頭翁的行為模式，進行判別。

### (三) 探討白頭翁覓食時鳴聲之意義

觀察白頭翁覓食時，常發現白頭翁會先發出鳴聲，因此爲了確認白頭翁覓食時的鳴叫意義，錄下其覓食時之鳴聲，並檢視其意義。

- 1、首先在白頭翁覓食狗食的地點放置錄音筆，將錄音內容與攝影機進行比對，分辨覓食時及其他行為所發出的鳴叫聲。
- 2、以 **Sound Sensor** 軟體分析其聲紋，再比較白頭翁前來覓食狗食時所發出的聲音，與其他時段所發出鳴叫聲的差異性。
- 3、將鳴聲以錄音筆置於草叢，間隔三分鐘播放，播放一分鐘，分別進行十次，並在一定的距離內觀看白頭翁是否前來。
- 4、再進一步判別白頭翁的鳴叫所代表的意義。(如：招同伴)，

並計算十次內白頭翁前來的頻率。

### 三、探討白頭翁出現覓食狗食的時間

爲了了解白頭翁出現覓食的時間規律性，及觀察白頭翁覓食的時間，紀錄其覓食日期及每次覓食的時間，繪製成分布圖，並進一步觀察白頭翁覓食狗食有無一定的規律性，以及白頭翁對天氣情況及溫度的出現頻率，觀察是否有所差異，進而了解其覓食的時間分布。

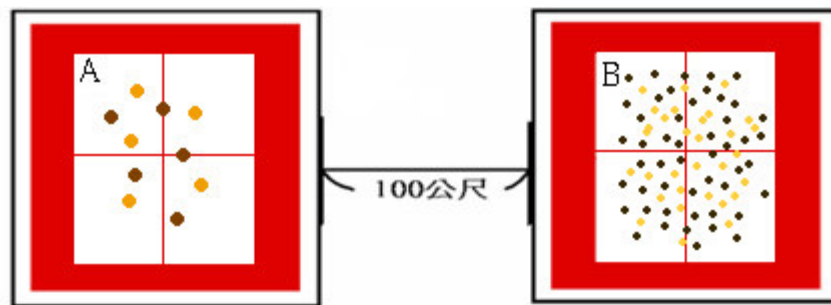
### 四、探討白頭翁適應環境的程度與其成因

#### (一) 觀察白頭翁覓食不同種外型狗食之差異

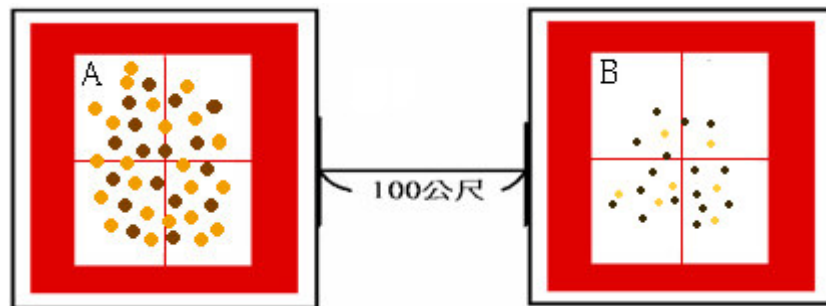
首先針對狗食進行分類，包含大小、形狀、顏色以及狀態，觀察白頭翁在一天內覓食不同形狀、不同顏色，不同大小以及稠狀狗食的差異。紀錄比較，並繪製統計圖再分析。

#### (二) 探討白頭翁覓食狗食相關成因

爲了了解白頭翁覓食狗食的相關原因，因此設計出兩個實驗，其中一個實驗將狗食數量多於鳥食；另一個實驗則把鳥食的數量多餘狗食數量。並將兩者相距 100 公尺，觀察白頭翁覓食行爲。根據其覓食的結果，進行判別，分析白頭翁覓食種類及份量之影響。



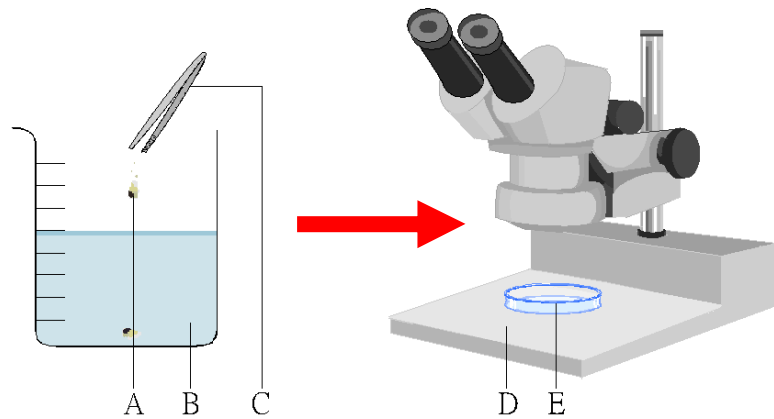
圖四、白頭翁覓食狗食與鳥食的實驗示意圖。(A：少量狗食；B：多量鳥食)



圖五、白頭翁覓食狗食與鳥食的實驗示意圖。(A：多量狗食；B：少量鳥食)

#### (三) 針對糞便探討白頭翁覓食狗食的成因

首先收集矮牆上所留下的糞便，將糞便置於酒精中進行分解，並收集未覓食狗食的白頭翁糞便，以顯微鏡觀察糞便成份，分析糞便內所含的成分並比較，進一步推論其成因。

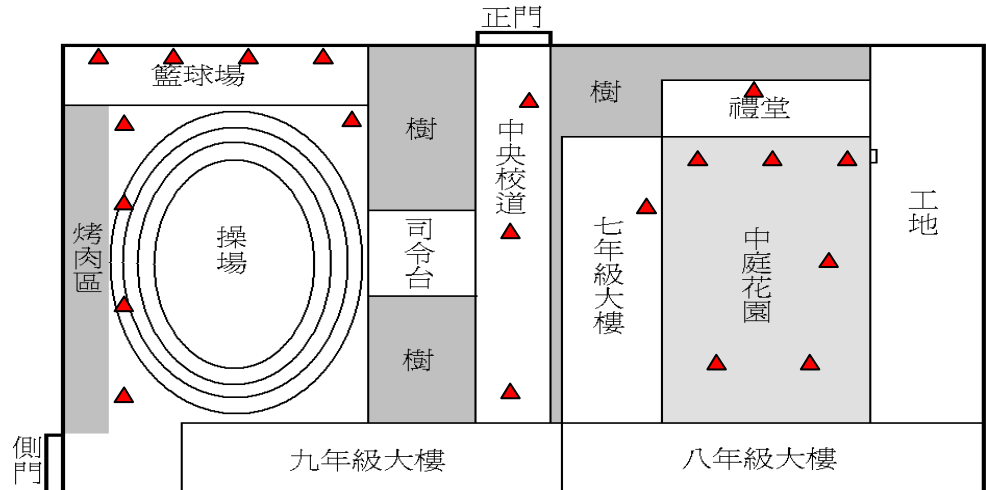


圖六、分析白頭翁糞便成分流程圖。(A 為從矮牆上收集的白頭翁糞便；B 為酒精；C 為鑷子；D 為解剖顯微鏡；E 為裝有分解後鳥糞的培養皿)。

(四) 比較白頭翁與其他鳥類適應環境能力差異

觀察時，我們發現在此地區除了白頭翁會前來覓食外，就只有麻雀會前往覓食，因此我們進行實驗，並觀察彼此間的差異。

- 1、將校園裡，分為 20 個部分，並以 20 人分別於各地點紀錄白頭翁在一時間所出現的數量，觀察十次，並取平均值，統計校園內白頭翁大約總隻數。
- 2、依據腳紋以及攝影內容，計算前來覓食狗食的鳥類隻數與種類。最後與其他較常前來覓食狗食的鳥類進行行為模式比較，將結果以表格呈現。



圖七、校園內二十名觀察者分布示意圖。

(五) 探討白頭翁覓食假狗食與一般狗食間的行為差異

利用石頭製作與狗食大小、形狀相仿的假狗食，隨機選擇幾天擺放於樣區，並黏置於塑膠布上，避免白頭翁直接食用，觀察白頭翁覓食假狗食的行為，並與原來覓食狗食的行為比較。每隔兩天將狗食與假狗食位置交換進行實驗，觀察白頭翁是否能在遠處分辨，或重覆前來觀察假狗食，並探討白頭翁對假狗食之反應。



## 五、研究狗對於白頭翁的覓食行為影響

在校園內因有校犬出入，爲了瞭解校犬對白頭翁覓食行為的影響，因此選定此項實驗，觀察狗在白頭翁覓食行為系統中的角色，而白頭翁是以何種方式進行克服。因此於樣區架設攝影機，將錄影內容紀錄分析白頭翁出現的時間內，狗出現的數量、白頭翁的行為及狗的行為以及狗分別是以何種方式驅趕白頭翁、如何使狗食不被奪走，與攝影機比較所錄下的情況。

## 六、評估現今環境對白頭翁的利弊

爲了分析目前環境對於白頭翁行為的利弊，於是針對台地地區（海拔約 250 公尺），進行家中養狗的人數比例統計，並進一步分析出白頭翁在台地上的適應能力。首先製作問卷以詢問關於此題目的相關問題，待 1500 人填過並做出資料比對，再用 excel 統計在台地養狗比例。再分析每平方公里的養狗人數以及供應狗食的量，列成統計圖表，並推測狗食對白頭翁所造成的影響。

## 伍、研究結果

### 一、研究白頭翁的基本生物學知識

#### （一）文獻探討

動物界 (*Animalia*)，脊索動物門 (*Chordata*)，脊椎動物亞門 (*Vertabrata*)，鳥綱 (*Aves*)，雀形目 (*Passeriformes*)，鶇科 (*Pycnonotidae*)，鶇屬 (*Pycnonotus*)，白頭翁 (*Pycnonotus sinensis*)。

體長約 18~19 公分。全身大致爲黃綠色，以集體活動爲主，主要棲息於平地至中海拔處的樹林。多半棲息於庭院鄉間的樹林、農田，以及開墾地等環境中。在三、四月繁殖期音色多變化。繁殖季爲 3 到 8 月。以植物果實爲主食，偶會啄食昆蟲。（**史蒂芬·摩斯、陳姿言**，1995）



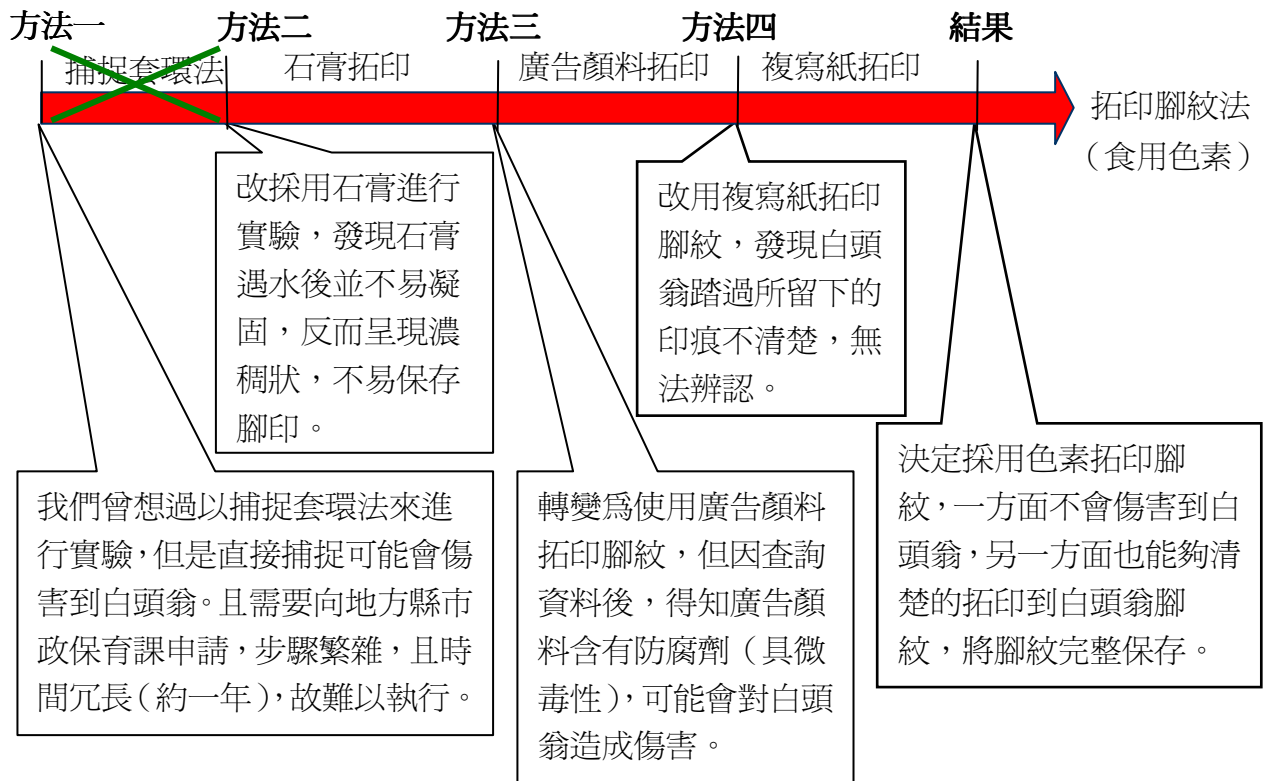
圖八、白頭翁覓食苦楝樹果實景



圖九、白頭翁停於羅比親王海棗上。



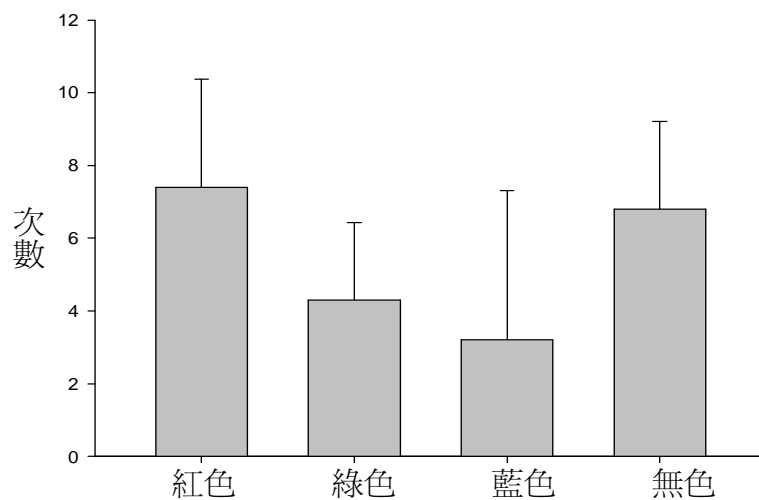
(二) 因個體辨識為本次研究的創新，經多次討論後，將所有實驗想法及拓印腳紋的過程列出，並分析較能成功拓印到腳紋的方式。下圖為實驗想法過程方法，而目前所採用為拓印腳紋法，顏料則為食用色素。



圖十、個體辨識之實驗進行流程圖。

(三) 探討顏色對白頭翁覓食行爲的影響

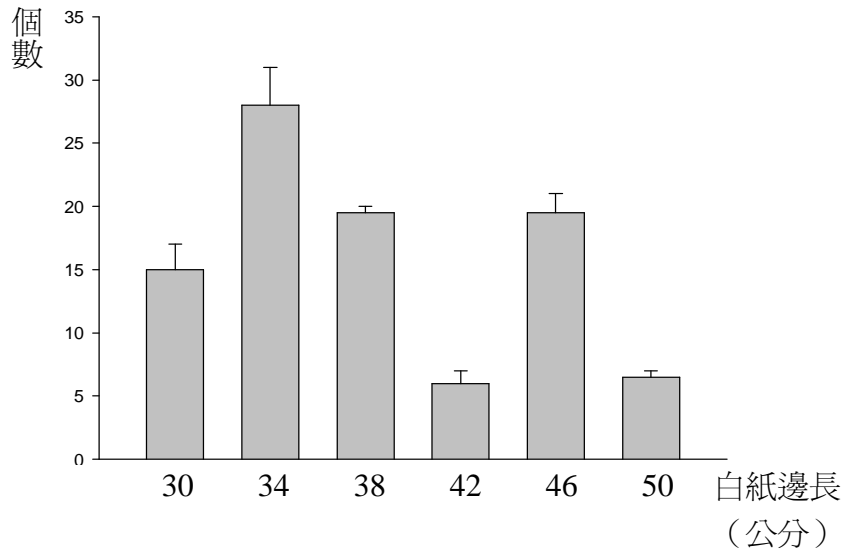
實驗結果顯示，白頭翁於紅色實驗時出現覓食行爲的平均次數為 7.6 次，較其他顏色比例高；且白頭翁在不塗上任何顏料情況下平均次數為 7.3 次，得知白頭翁的覓食行爲與顏色較無直接關係。詳如下圖十一。



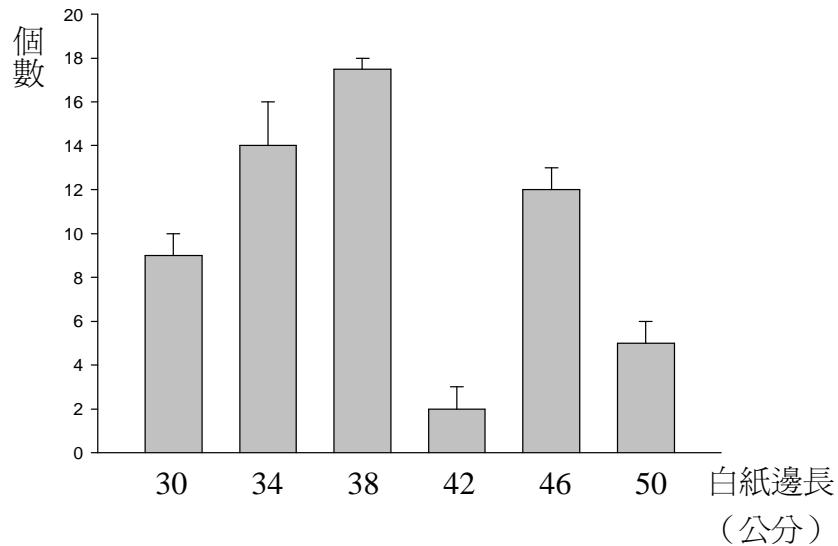
圖十一、白頭翁在顏色實驗一天內的平均覓食次數。

#### (四) 探討白紙、色素面積與拓印腳紋之成功機率比較

從這項結果中得知，在紙張 34 公分時，拓印到白頭翁腳紋的個數較高次數，而在完整性來說，在紙張 38 公分時，拓印到白頭翁完整的腳紋較高次數。



圖十二、白頭翁於紙張各公分拓印到腳紋的總數。



圖十三、白頭翁於紙張各公分拓印到完整腳紋的個數。

#### (五) 判別白頭翁個體差異

將採集到的腳紋利用相機拍攝其原始圖及放大圖，進行統整，分別如下圖十三，以白頭翁的趾紋判斷是否為同隻白頭翁。A、B、C、D、E、F、G 為不同次所採集到的腳印，且經判斷後其七種為不同種腳紋，A 腳紋三支皆為五節且中趾第二小節較為正方形；B 腳紋三支也皆為五節，中趾第二小節較為細長形；C 腳紋各五節，中趾第二小節較像圓形；D 腳紋兩側五節，而中趾為六節；E 腳紋兩側為四節中趾為五節；F 與 E 相符，但其左側腳紋大小與 E 不相符；G 則是三支皆為七節。

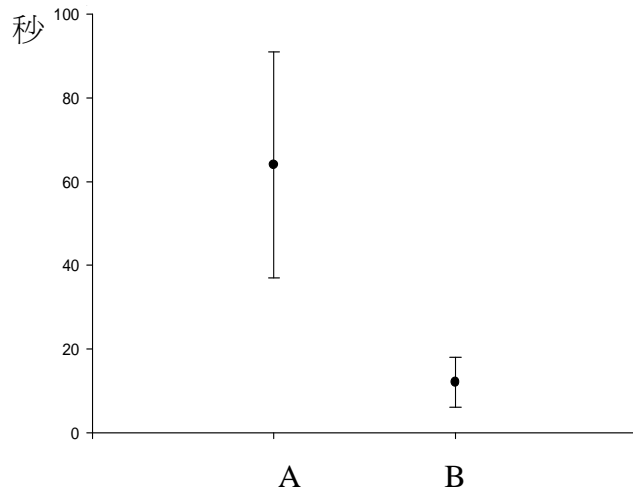


圖十四、白頭翁覓食狗食所拓印的腳紋。

## 二、觀察白頭翁覓食狗食的行爲

### (一) 比較白頭翁間的覓食差異

- 1、圖十五顯示，白頭翁於單隻與兩隻以上的覓食行爲，在時間上有極大差異，與攝影機比對後發現白頭翁多以兩隻以上行動，平均覓食時間爲 11 秒；單隻行動時，則平均覓食時間爲 64 秒。



圖十五、白頭翁覓食狗食單隻與多隻的平均覓食時間。(A 為單隻；B 兩隻以上；t-test,  $p < 0.01$ )

- 2、由表二我們得知：白頭翁在單獨覓食時，停留於樹上的時間較長，需耗費較多的時間，而兩隻或兩隻以上，覓食所需的時間較少；而單隻的取食量不管覓食狗食的白頭翁數量皆無太大差異。

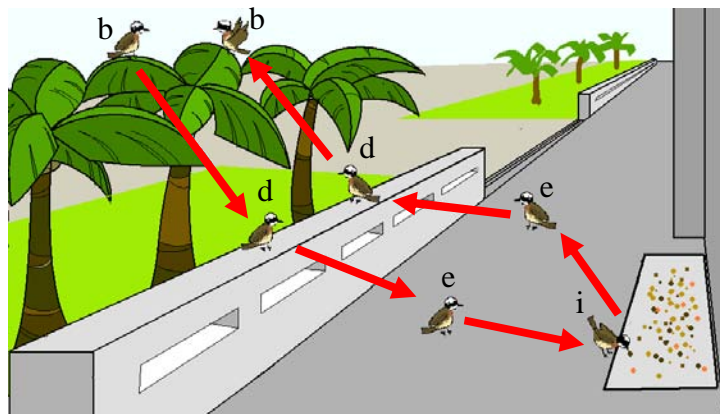
表二、白頭翁覓食策略表

覓食策略	停留時間	單隻取食量(每次)
單獨覓食	64.2±27.3 秒	2.1±0.4 顆
成對覓食	11.9±8.3 秒	2.3±0.3 顆

## (二) 紀錄白頭翁覓食的動作順序

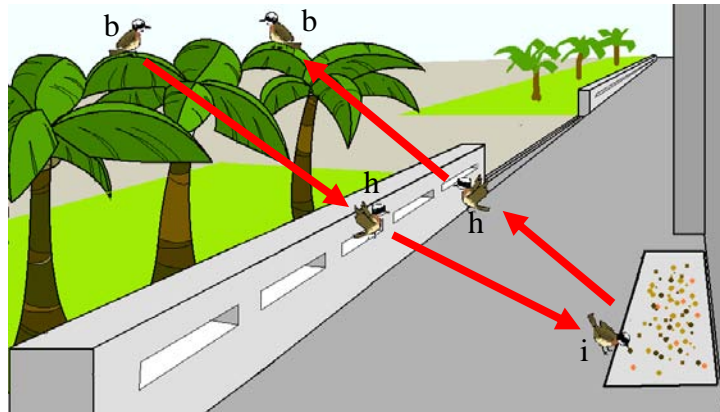
以觀察紀錄進行分析，將白頭翁常覓食狗食的行為統整後，發現目前已有 6 種覓食相關行為。(a：鳴叫、b：停棲樹上、c：同伴前往、d：來往樹上與矮牆、e：來往矮牆與地面、f：一步步接近狗食、g：覓食狗食的行為、h：來往狗食與樹間、i：覓食、j：從樹上離去。)

- 1、模式一：為單隻白頭翁覓食，採取漸漸接近的模式，到每個定點都會停棲並不時擺頭觀察四周，在出現此行為時，附近通常有校犬或是人群經過。



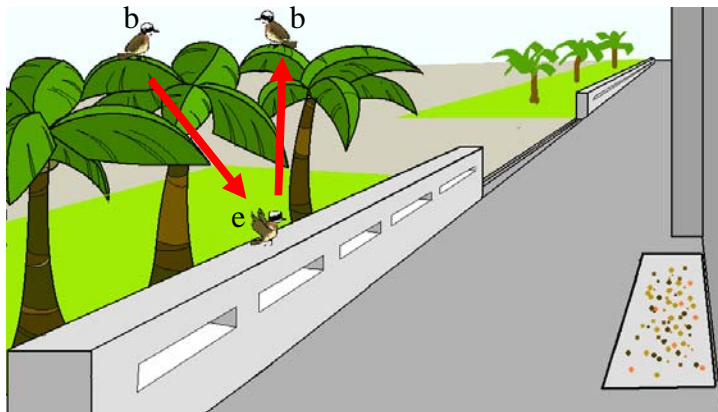
圖十六、白頭翁覓食狗食之行為模式一。

- 2、模式二：為單隻白頭翁覓食，採取迅速覓食狗食即飛至樹上覓食，全程時間約為  $7 \pm 2.4$  秒，而出現此行為多在有校犬或人類注意到白頭翁時。



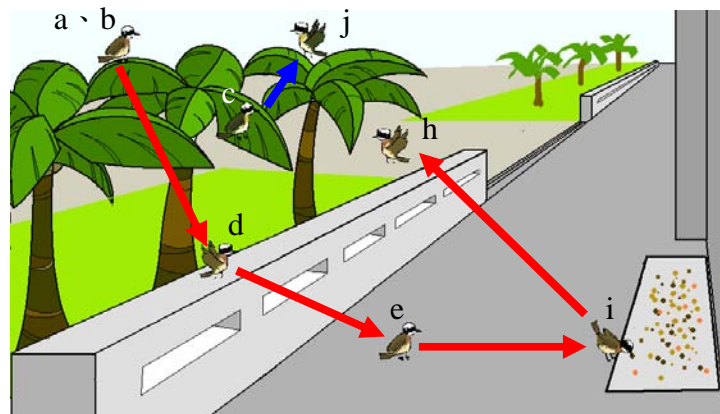
圖十七、白頭翁覓食狗食之行為模式二。

- 3、模式三：為單隻白頭翁覓食，此行為大多是在人或是校犬意外出現時，白頭翁被嚇跑的情形，即會從定點立即飛至樹上，停止覓食行為。



圖十八、白頭翁覓食狗食之行為模式三。

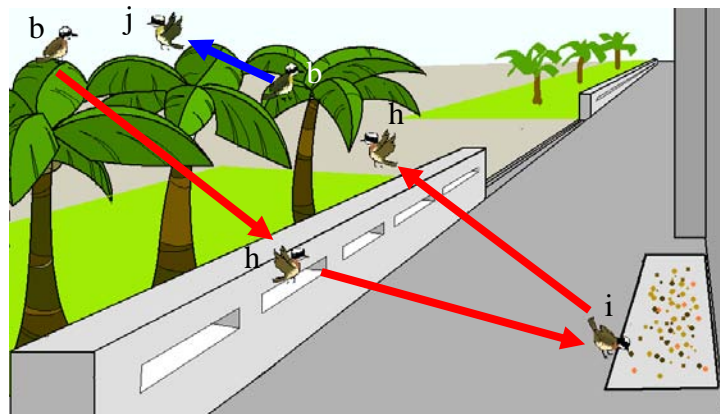
- 4、模式四：為兩隻白頭翁一同覓食，當白頭翁 1 鳴叫，則其同伴即會前往，並且停於樹上觀看，待到白頭翁 1 已緩緩接近狗食來達成牠的目的後，兩隻才會一起離去。



圖十九、白頭翁覓食狗食之行為模式四。

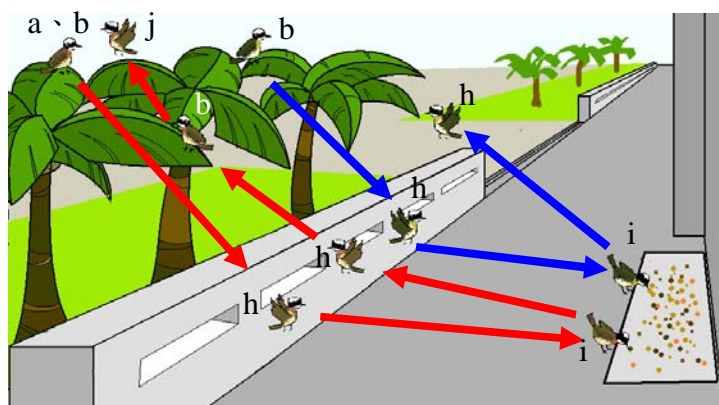


- 5、模式五：為兩隻白頭翁一同覓食，當白頭翁1鳴叫，則其同伴即會前往，並且停於樹上觀看，待到白頭翁1以快速的覓食完狗食後，兩隻便會一起離去。



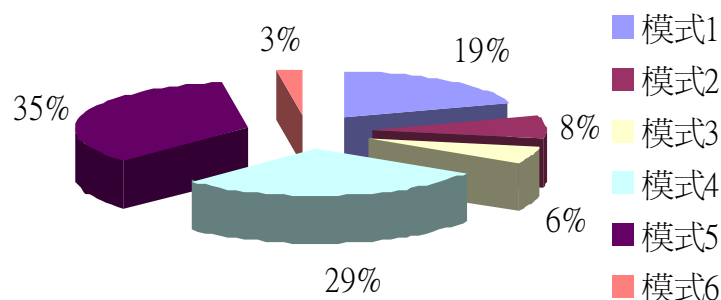
圖二十、白頭翁覓食狗食之行爲模式五。

- 6、模式六：為兩隻白頭翁一同覓食，白頭翁1先鳴叫招另一隻前來，而白頭翁1會先下去覓食，白頭翁2則先待在羅比親王海棗上觀察週遭情況，當白頭翁1覓食完狗食後，白頭翁2會隨即下去覓食，兩隻採用輪流覓食模式。



圖二十一、白頭翁覓食狗食之行爲模式六。

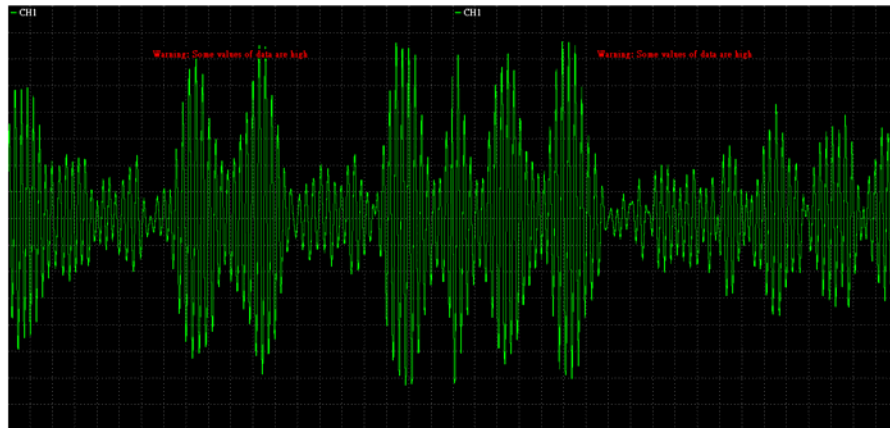
- 7、從以下統計圖中，我們發現白頭翁多以兩隻進行覓食狗食的行爲，且白頭翁以兩隻進行此行為時，會先鳴叫，由下圖發現比例高達67%，因此推得白頭翁對覓食狗食這行為，抱持著極高的警戒心。通常讓另一隻白頭翁觀察領域內的危險性，當確定危險性降到最低時，則採用輪流覓食策略。



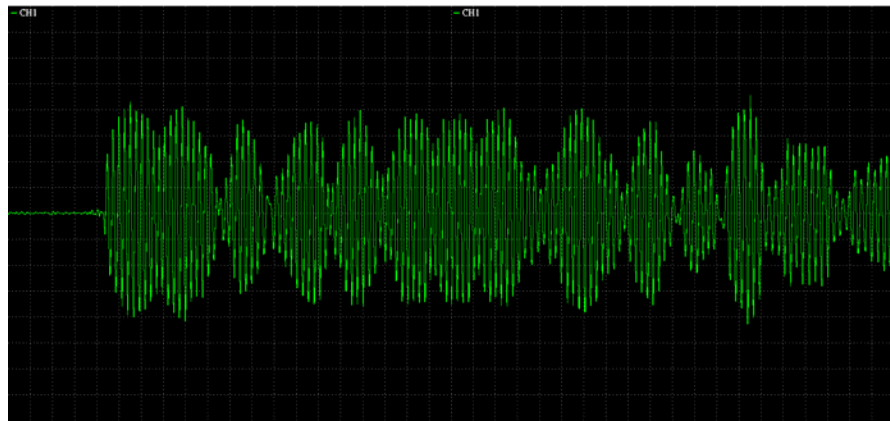
圖二十二、白頭翁覓食狗食行為模式比例圖。

### (三) 探討白頭翁覓食時鳴聲之意義

圖二十三為白頭翁平時的鳴叫聲，與覓食狗食並無直接關聯；圖二十四則為白頭翁招同伴時所發出的鳴叫聲，實驗結果得知，白頭翁前來的比例為 80%，其頻率為 0.259Hz，振幅差 0.005V。



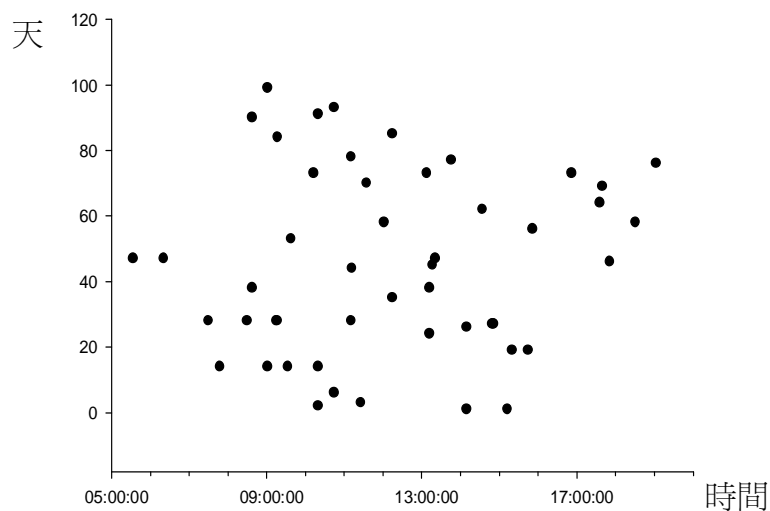
圖二十三、白頭翁在非覓食狗食時的鳴叫聲。



圖二十四、白頭翁在覓食狗食時招同伴時所發出的鳴叫聲。

### 三、探討白頭翁出現覓食狗食的時間

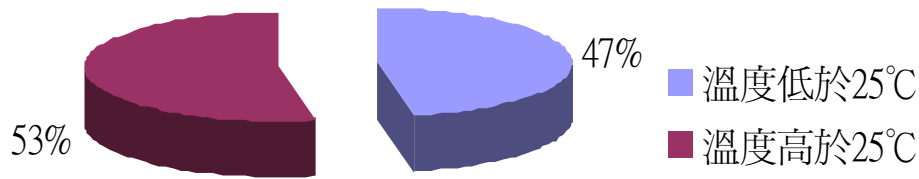
(一) 由下圖二十五中，發現白頭翁出現覓食狗食的行為散佈在各個時段中，並無規律性。



圖二十五、白頭翁在一天時間內覓食狗食時間散布圖。

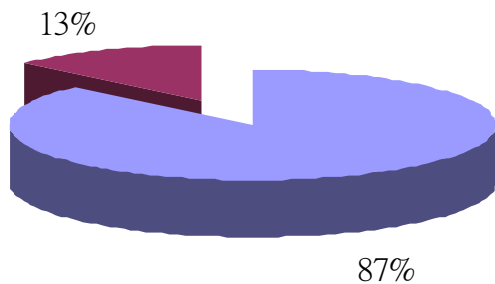


(二)由下圖二十六中發現溫度大於 25°C 時，白頭翁出現覓食狗食的行為比例較高，但因與溫度低於 25°C 的比例相當，並無顯著差異。

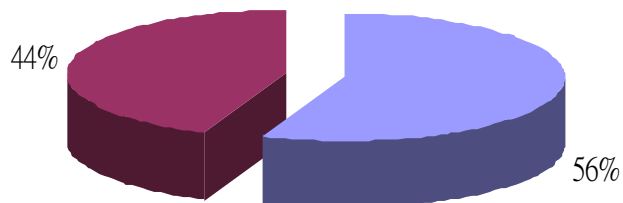


圖二十六、白頭翁出現覓食狗食行為的溫度比例圖。

(三)由下圖二十七、二十八發現，白頭翁出現覓食狗食的行為在晴天與雨天的情形下皆會出現，因此能證明白頭翁在不同天氣情況下，皆會前來覓食狗食。



圖二十七、白頭翁在晴天時所出現覓食的頻率（紅色為沒有覓食行為，藍色為有覓食行為）。

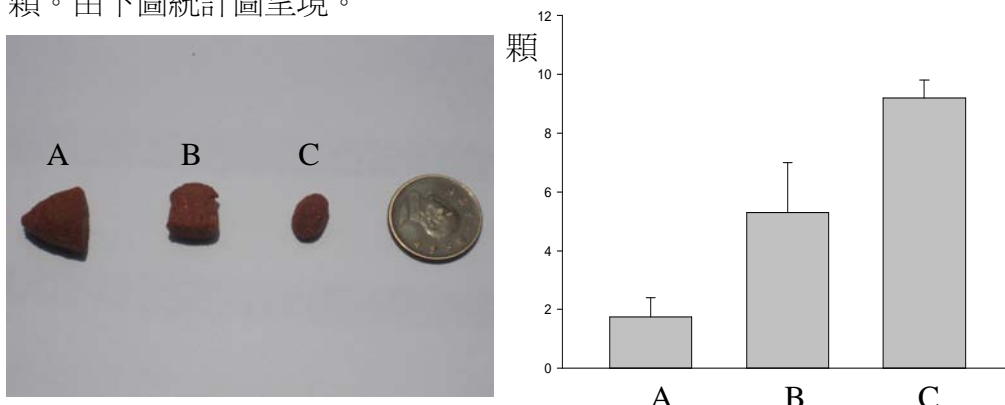


圖二十八、白頭翁在雨天時所出現覓食的頻率（紅色為沒有覓食行為，藍色為有覓食行為）。

#### 四、探討白頭翁適應環境的程度與其成因

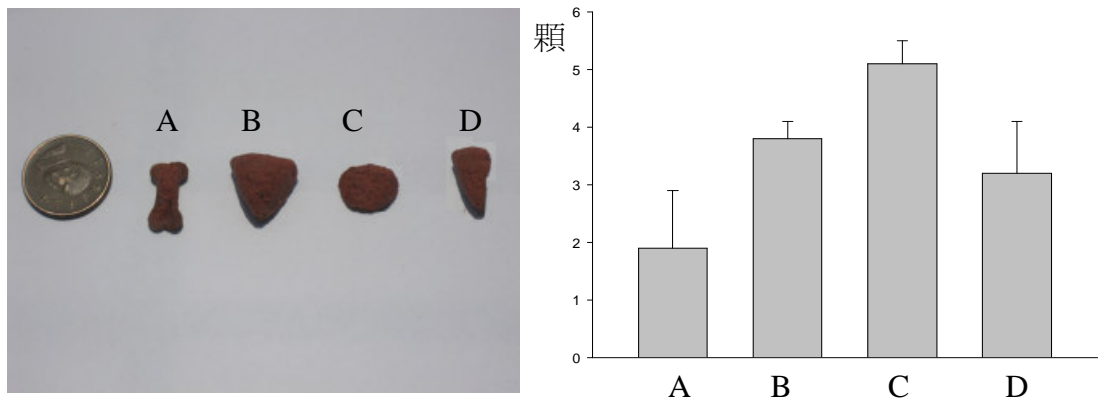
(一) 觀察白頭翁覓食不同種外型狗食之差異

1、白頭翁較少覓食最大顆的狗食，在一天內約覓食  $1.9 \pm 0.4$  顆(平均 0.65 公克)，反而是挑選小顆或中顆，覓食數量中顆為  $5.3 \pm 1.7$  顆，而覓食小顆則為  $9.2 \pm 0.6$  顆。由下圖統計圖呈現。



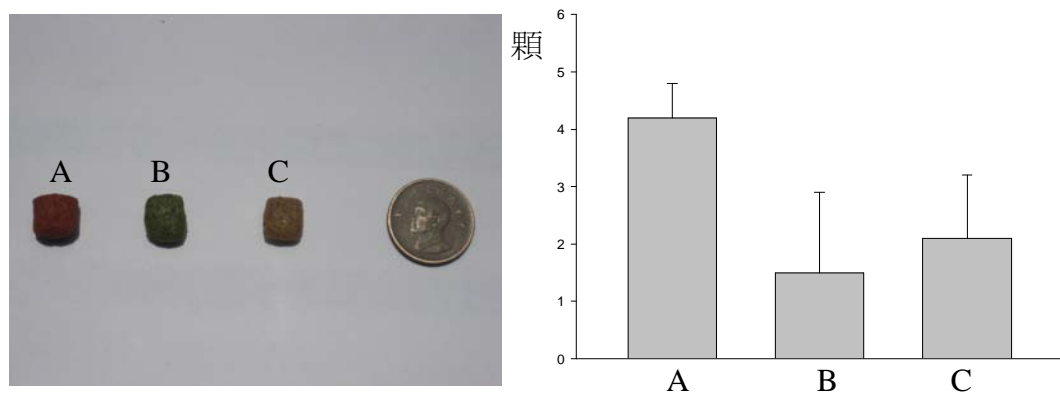
圖二十九、白頭翁覓食不同狗食大小比例圖。左：狗食大小比較圖；右：白頭翁覓食不同外型數量圖。(A 的重量平均為 0.65 公克，B 平均為 0.35 公克，而 C 則平均為 0.2 公克)

2、由圖三十發現，其覓食之狗食形狀分別是，骨頭形為  $1.9 \pm 1.0$  顆、長條形為  $3.2 \pm 0.9$  顆、圓形為  $5.1 \pm 0.4$  顆，而三角形則為  $3.8 \pm 0.3$  顆。



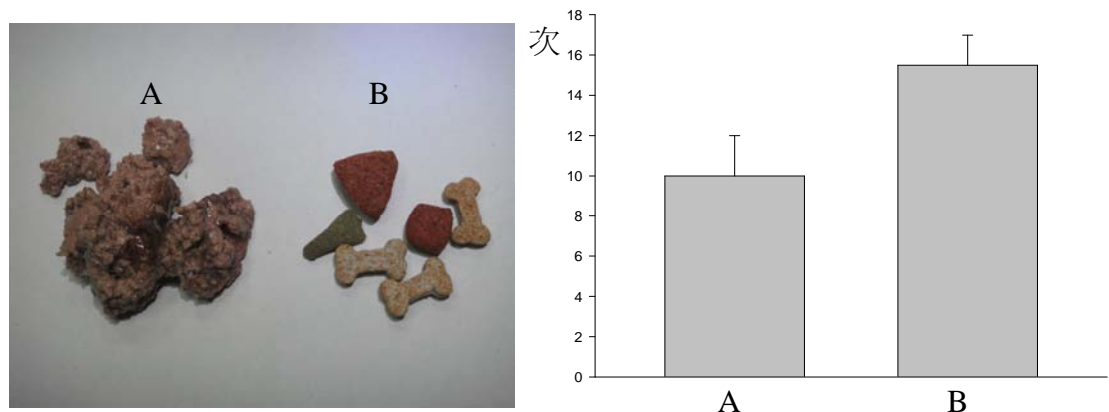
圖三十、白頭翁覓食不同狗食形狀比例圖。左：狗食形狀比較圖；右：白頭翁覓食不同外型數量圖。(A 為骨頭形；B 為三角形；C 為圓形；D 為長條型)

3、顏色方面，從圖三十一中可看出白頭翁較常覓食的顏色為紅色，分別是紅色  $4.2 \pm 0.6$  顆、綠色為  $1.5 \pm 1.4$  顆、咖啡色則為  $2.1 \pm 1.1$  顆。



圖三十一、白頭翁覓食不同狗食顏色比例圖。左：狗食顏色比較圖；右：白頭翁覓食不同外型數量圖。(A 為紅色；B 為墨綠色；C 為咖啡色)

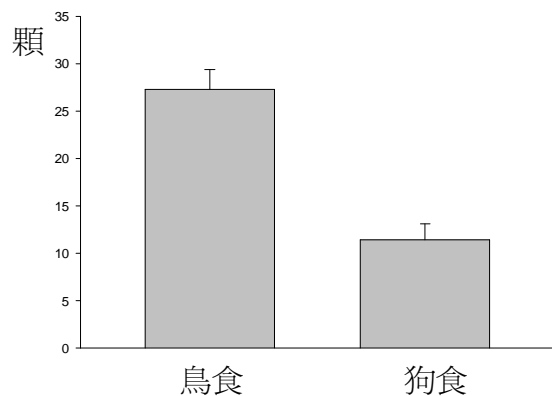
4、在稠狀狗食部分，白頭翁也會前來覓食，其比例為  $8.1 \pm 3.1$  次，但白頭翁則較常覓食顆粒狗食，比例為  $14.6 \pm 1.8$  次。



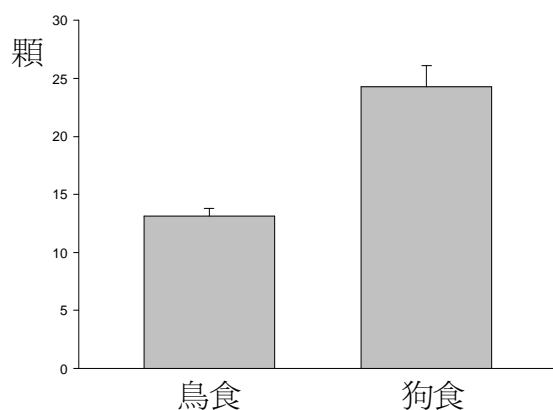
圖三十二、白頭翁覓食不同狀狗食比例圖。左：不同狀狗食比較圖；右：白頭翁覓食不同狀態狗食數量圖。(A 為稠狀狗食；B 為顆粒狀狗食)

## (二) 探討白頭翁覓食狗食相關成因

實驗中，當鳥食多於狗食時，白頭翁選擇去覓食鳥食，白頭翁在一天覓食數量分別為，鳥食  $27.3 \pm 2.1$  顆，狗食則為  $11.4 \pm 1.7$  顆；而當狗食多於鳥食時，白頭翁則選擇覓食狗食，而一天內所覓食之數量分別為，鳥食  $13.1 \pm 0.7$  顆，而狗食為  $24.3 \pm 1.8$  顆。



圖三十三、鳥食多於狗食之實驗白頭翁所平均覓食數量。



圖三十四、狗食多於鳥食之實驗白頭翁所平均覓食數量。

## (三) 針對糞便探討白頭翁覓食狗食的成因

從圖三十五到圖四十得知，且經專家鑑定後發現，前來覓食狗食的白頭翁，鳥糞內皆含有果實的殘渣，無其他昆蟲殘骸的跡象。而從圖四十一到四十六中，皆是無覓食狗食白頭翁之鳥糞，明顯可看出有昆蟲的殘骸。



圖三十五、覓食狗食之白頭翁糞便內果實。



圖三十六、覓食狗食之白頭翁糞便內果實。



圖三十七、覓食狗食之白頭翁糞便內果實。



圖三十八、覓食狗食之白頭翁糞便內果實。



圖三十九、覓食狗食之白頭翁糞便內果實。



圖四十、覓食狗食之白頭翁糞便內果實。



圖四十一、尙未覓食狗食之白頭翁糞便內昆蟲殘渣。



圖四十二、尙未覓食狗食之白頭翁糞便內昆蟲殘渣。



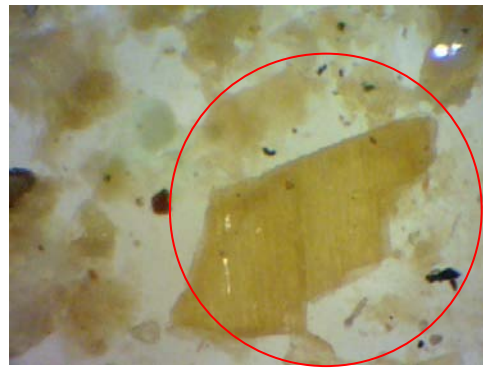
圖四十三、尙未覓食狗食之白頭翁糞便內昆蟲殘渣。



圖四十四、尙未覓食狗食之白頭翁糞便內果食。



圖四十五、尚未覓食狗食之白頭翁糞便內果實。

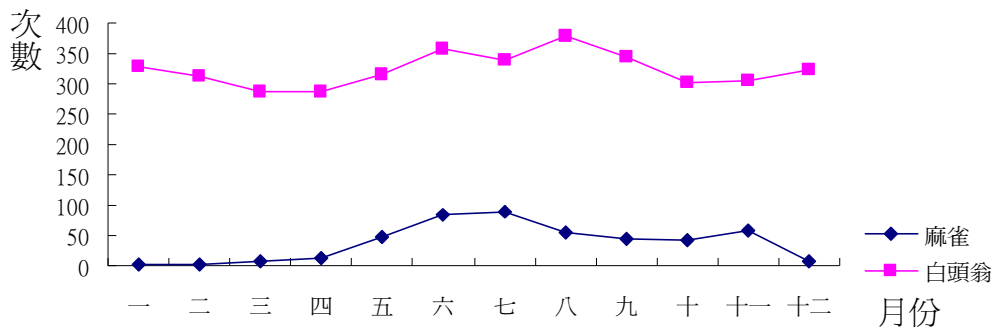


圖四十六、尚未覓食狗食之白頭翁糞便內果實。

#### (四) 比較白頭翁與其他鳥類適應環境能力差異

##### 1、白頭翁與麻雀前來覓食狗食之每月次數比較

而從圖四十七可知，麻雀覓食狗食的月份大多侷限繁殖季，且前來覓食的次數少於白頭翁。而白頭翁每月前來覓食的次數，並無特定的時間。



圖四十七、白頭翁與麻雀在各月份出現次數圖。

##### 2、白頭翁與麻雀之相關比較

由下表得知，白頭翁覓食隻數多為 1 到 2 隻，而麻雀則較常 3 隻以上一同覓食。而覓食狗食的數量方面，白頭翁覓食數量至多可以一次覓食三顆，麻雀則為兩顆。另外，在覓食行為部分，白頭翁多採用單隻覓食、輪流覓食，麻雀則是群體覓食的比例較高。而會覓食狗食的白頭翁比例約 0.4%，麻雀則約為 0.6%。

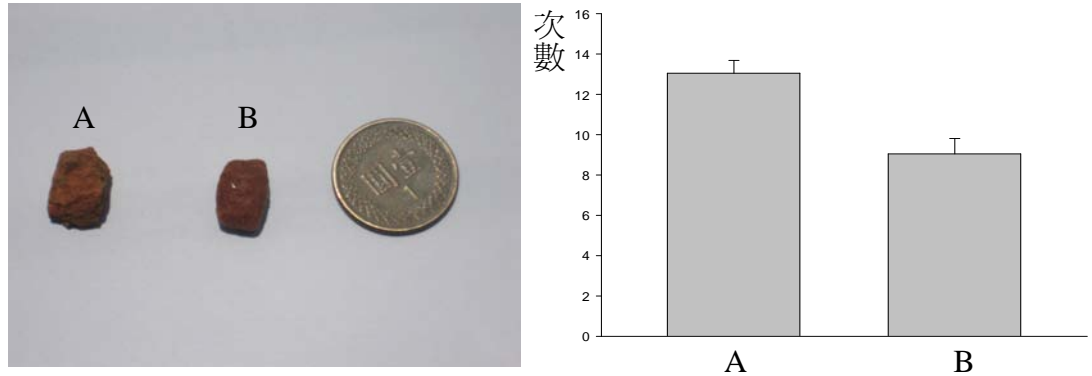
表三、白頭翁與麻雀覓食狗食之比較表。

	白頭翁	麻雀
隻數/次	≤2	≥3
覓食數量/次	≤3/隻	≤2/隻
覓食方式	單隻覓食、輪流覓食	群體覓食
校園內總隻數	28	62
覓食狗食隻數	7	11



### (五) 探討白頭翁覓食假狗食與一般狗食間的行爲差異

在放置假狗食時，白頭翁並沒有試著去覓食假狗食，至多只停於矮牆觀察，而校犬則曾嘗試覓食。在放置狗食時，白頭翁則有前來覓食。證明白頭翁能正確的判別我們放置的食物是否能夠覓食，因此並不會造成誤食的現象。



圖四十八、狗食與假狗食之比較圖。右：白頭翁一天內觀看狗食與假狗食次數；左：假狗食與狗食示意圖。(A 爲假狗食，B 爲一般狗食)

## 五、研究狗對於白頭翁的覓食行爲影響

### (一) 狗對於白頭翁的覓食行爲影響

校犬 1：校犬 1 的反應是三隻校犬中最靈敏的，當校犬 1 發現白頭翁前來時，會先不停的對著白頭翁吠，並且會跑向白頭翁，驅趕白頭翁，並且有想要攻擊白頭翁的舉動（例如：咬、追趕），直到白頭翁離開其校犬的領域內，才會停止其行爲。

校犬 2：校犬 2 的年齡較高，攻擊力弱，且行動不便，因此當白頭翁前來覓食狗食時，校犬 2 大多情況是不停的對著白頭翁狂吠，且當白頭翁離去時，仍會持續狂吠，但無攻擊行爲出現。

校犬 3：校犬 3 對白頭翁採取的行爲可分爲兩種：校犬 3 聽到白頭翁的鳴叫聲，並無明顯的攻擊或行爲，而是一直待在他的領域內，注視著白頭翁的覓食行爲；另外當校犬 1 發現白頭翁停於樹上，正要潛入牠們的領域內竊取領域資源時，便有攻擊、狂吠等行爲，校犬 3 便會與校犬 1 合力將領域侵犯者驅逐出境。

### (二) 白頭翁對校犬所採取的行爲策略

校犬 1：爲攻擊性最強之校犬，因此白頭翁若看到校犬 1 時，牠會站在羅比親王海棗上左右觀看，且觀察時間較平時覓食時間來的長，約增加  $67 \pm 4.3$  秒，取食行爲較爲謹慎，至多只停留於矮牆上，並沒有覓食。

校犬 2：白頭翁會在羅比親王海棗上觀察一段時間後，判斷校犬 2 的危險性，確認對牠無一定的威脅性後，便會進行覓食，因校犬常會以吠聲招來其他校犬，造成白頭翁行爲順序較快。

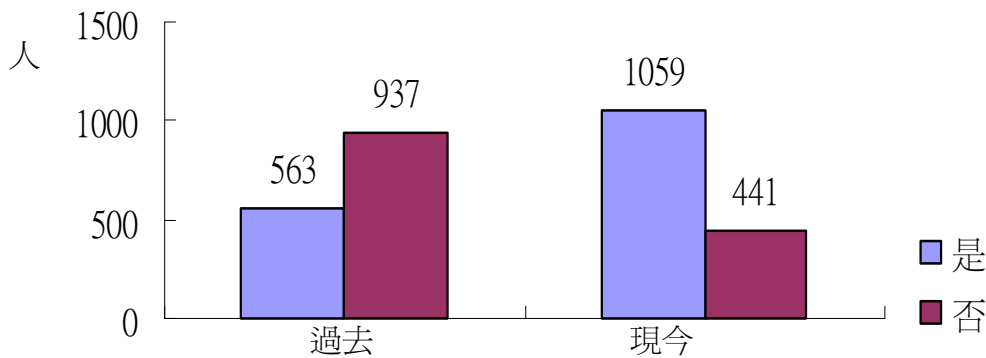
校犬 3：白頭翁的覓食行爲並不會受到校犬 3 而有影響，其行爲模式與平時差異並不明顯。



圖四十九、各校犬對白頭翁之反應。A為校犬1看到白頭翁的反應；B為校犬2及白頭翁的反應；C為校犬3的反應。

#### 六、評估現今環境對白頭翁的利弊

由圖五十可知，現今於台地養狗的人數大於未養狗的人數，提供狗食的份量也會增加，相較於過去，養狗人數的比例較低，食物提供的份量也較少，因此過去白頭翁不常出現覓食狗食的行為。近幾年來，隨著狗食的出現，還有養狗數量的增加，白頭翁出現覓食狗食的行為逐漸增加。



圖五十、於台地過去與現今養狗的人數統計圖。

#### 陸、討論

- 一、從文獻中發現白頭翁雖有個體差異，卻不易於肉眼直接判斷，為了更精於判別白頭翁，了解白頭翁是否會在覓食狗食過後，招引同伴前來一同覓食和是否為固定的幾隻白頭翁。我們曾想過以捕捉套環法來進行實驗，但是直接捕捉可能會傷害到白頭翁，且需要向地方縣市政保育課申請，步驟繁雜，且時間冗長，難以執行。
- 二、因此我們決定採用拓印腳紋法，進行觀察實驗。而原本以石膏進行實驗，發現石膏遇水後並不易凝固，反呈現濃稠狀，不易保存腳印。
- 三、因此我們改用廣告顏料來拓印腳紋，但因查詢資料後，發現廣告顏料內可能含有有毒物質，會危害到白頭翁身體。
- 四、經討論後，我們決定墊上一層複寫紙，嘗試白頭翁經過時是否會留下腳紋，且不易被白頭翁所發現，然而在實驗後發現，白頭翁體重較輕，因此拓印到的腳紋較模糊，不適合我們採集。最後則改採用食用色素作為我們實驗拓印腳紋法的依據。



- 五、在實驗進行時，我們先前沒辦法精確的判別白頭翁實際行爲，而再探討資料並與專家討論統整意見後，發現我們的判斷方式太過拘束，必須先要確立行爲的種類與劃分，例：覓食、爭鬥（對峙、展翅與鳴叫、衝撞）、喝水、水浴還有日光浴（雙翼微張、半張或全張且持續 10 秒以上）等。因此，在進行觀察時，我們將攜帶望遠鏡以更詳細確定白頭翁的各項行爲。
- 六、由於白頭翁常會不停的移動，爲了能夠精確的紀錄白頭翁在時間內所出現的數量，因此觀察樣區時，每人會各自帶一台相機，拍攝時將樣區分爲四個部份，於同一時間內拍攝，以便於紀錄當下白頭翁的數量。
- 七、在實驗進行過程中，我們發現放置狗食的地點，皆有校園內的校犬會前去覓食，常把狗食全部吃光，影響到實驗的進行，因此在我們討論後，決定在校園內先放置大量狗食，待校犬已有飽足感時，仍有些許的狗食剩餘，再進行實驗。
- 八、在觀看攝影機內容時，我們發現白頭翁進行覓食前，動作皆會先觀察四周環境，以確保安全，若爲兩隻同時覓食，也會先由一隻帶頭，另一隻才會接著進行覓食。目前也觀察到，在白頭翁覓食的過程，校犬只要經過或是攻擊白頭翁，白頭翁便會飛起，停止覓食行爲。經我們討論過後，我們認爲白頭翁是一種靈敏度極高的鳥類，所以在觀察時，與白頭翁保持大約五至十公尺的距離，避免驚動牠。
- 九、發現白頭翁覓食狗食時，鳴叫次數相較於以前來的多，尋找文獻，而尚玉昌（2003）有提出，鳥類在建立領域後，鳴叫的頻率會顯著增加。因此我們推測羅比親王海棗已成爲白頭翁的領域，才會在每次覓食時，常把狗食叼至樹上覓食。
- 十、實驗中，我們得知白頭翁有時是單隻覓食，有時則是兩隻以上一同覓食，且兩隻覓食時皆是因其中一隻白頭翁發出鳴聲，招呼同伴前來。我們曾想過是否同一隻白頭翁所發出的招同伴鳴聲，前來同伴皆是同一隻，因此我們播放錄音到的招同伴鳴聲，結果發現應聲前來的 3 隻白頭翁並不相同，便以此證明白頭翁招同伴並沒有固定對象。
- 十一、在觀察白頭翁覓食狗食的時間規律時，曾發現一個有趣的現象，在白頭翁前往覓食狗食時，較多選擇於鐘聲響起的前後前往覓食，推測可能是因爲鐘聲響起，人群減少，因此白頭翁才會增加前來覓食的次數。

- 十二、我們推測，白頭翁出現覓食的時間若於早晨時，可能的原因為為了配合昆蟲出現的時間，因此才會在早晨出現此行為，所以我們決定探討白頭翁覓食行為是否有特定的時間及原因，並了解其行為和時間的關連性。
- 十三、若以人類的角度來看，隨著經濟的不景氣，為了減少狗食的成本，避免狗食會被白頭翁所覓食，因此在擺設狗食時，可挑選重量約 0.65 公克以上的狗食供給狗覓食，如此一來，白頭翁便不會與校犬爭食。
- 十四、進行改變狗食顏色這項實驗時，起初發現白頭翁會選擇紅色的狗食覓食，當挑走其他顏色的狗食時，會有挑出並選取紅色狗食的行為，但當實驗中紅色狗食已變得少數時，白頭翁便不會挑選顏色，反而直接進行覓食狗食的行為。代表白頭翁覓食時，仍會有優先選擇的狗食顏色，而此結果與目的一之顏色對白頭翁覓食行為影響結果互相符合。
- 十五、在觀察白頭翁覓食不同外型狗食差異實驗中，我們推測，白頭翁較常去覓食較小顆狗食是因為白頭翁會挑選適合自己大小的狗食進行覓食。而形狀方面，白頭翁在覓食時會挑出骨頭形狀的狗食，優先選擇圓形來進行覓食，推測是因為圓形形狀較簡單，沒有凸出的部份，較容易取食。
- 十六、在進行關於狗食實驗中，我們大多是以顆粒狀的狗食進行實驗，因較方便計算白頭翁所覓食之數量，且較容易觀察白頭翁所覓食的狗食類型。但經討論後，因狗食的定義極廣，且狗食型態並不侷限於顆粒狀，決定嘗試採用稠狀狗食，進行實驗並觀察白頭翁覓食狗食的喜好程度。
- 十七、在實驗中我們推測，台地上白頭翁會有覓食狗食之行為，是因為台地上所提供給白頭翁所覓食的鳥食小於狗食的數量，因此針對此部分，我們做了相關的實驗。
- 十八、在實驗過程中，意外的發現到，隨著實驗次數逐漸增加，提供給白頭翁的狗食相對增加，在矮牆上的糞便竟佈滿矮牆。因此我們決定新增實驗，將採集到的糞便，進行分析，觀察糞便內食物之比例，了解白頭翁覓食狗食的原因。
- 十九、在實驗中，我們曾將實驗過後所剩的、已有些許的發霉的狗食放置樹下，原想將狗食丟棄，但卻發現白頭翁會前往覓食，如圖五十一、五十二。可知白頭翁已懂得如何利用狗食來適應環境，且適應環境的能力極強。觀看白頭翁腳紋時，也發現有其他鳥類腳紋，我們曾看過麻

雀前來覓食狗食，將麻雀繁殖季與腳紋出現時間比較，得知其為麻雀腳紋，且麻雀只於繁殖季前來覓食，因此，我們與白頭翁比對後發現，白頭翁覓食狗食並不只侷限於繁殖季，可推得白頭翁適應環境能力大於麻雀。



圖五十一、白頭翁覓食樹下放置



圖五十二、白頭翁從樹下飛起。



圖五十三、分別為不同時間所拓印到麻雀的圖片。A為3/9所收集到；B為4/12所收集。

- 二十、在觀看攝影機內容時，發現白頭翁會鑽進狗食袋中，觀察覓食袋內剩餘的狗食，我們由此得知白頭翁已觀察實驗與狗食一段相當長的時間，而在那段時間白頭翁足以去覓食果實，但牠則是選擇在狗食周圍觀察。且當我們在擺設實驗時，也常聽到白頭翁的鳴叫聲，偶爾也會看見白頭翁，證明狗食已成為樣區內白頭翁的食物來源之一。
- 二十一、在校園內我們發現白頭翁有覓食狗食的行爲，而在住宅區也發現白頭翁有此行爲。此區的白頭翁覓食時段約為早晨六點以及晚間六點，住宅區的金絲雀會鳴叫，而在鳴叫後白頭翁也在此時前來覓食，推測是因為金絲雀鳴叫，而白頭翁才會前往覓食，而覓食的種類包含鳥飼料與狗食，證明白頭翁出現此行爲並不只侷限於同一地區。
- 二十二、在進行假狗食的實驗時，我們曾認為白頭翁會有覓食假狗食的行爲，代表白頭翁認為人類放置的食物皆是可食用，表示人類間接飼養白頭翁，影響部分生態系的平衡。但實質上並不是如此，白頭翁並不會去覓食假狗食，且從此項實驗的結果，發現白頭翁的觀察力及判斷力很強，能判斷人類放置的食物是否可食用。

二十三、校犬會將狗食存放的地點視為領域，並會以攻擊的方式禁止其他個體侵入，此種防衛白頭翁進入的方式，即為對抗競爭（*contest competition*）**尚玉昌**（2003）。此外，Foster（1985）曾提過群體覓食有利於提高與其他物種的競爭能力，例：刺尾魚（*Acanthurus caeruleus*）單獨覓食時常被少女魚（*Stegastes dorsopunicans*）從覓食區排擠出去，而結群覓食則不會。白頭翁在覓食狗食時，多是以兩隻前來覓食，並無增加隻數的現象，證明白頭翁無意與校犬競爭，只於校犬離開時前來覓食狗食。校犬為領域的主人，是既得利益的保衛者，在競爭時戰鬥意志較強；而領域的侵犯者白頭翁無既得利益，不熟悉領域狀況，因此戰鬥意志薄弱或根本不願交戰，常常採取撤退的對策。**尚玉昌**（2003）。

二十四、在文獻（**教育部**，自然保育 教育部出版）中表示，高爾夫球場土地已被完全開發，且興建一座高爾夫球場至少需要一百公頃的土地，為了求場地平坦，往往大肆挖掘重新整地，甚至為了不讓場地積水，球場會以透水性較高的沙土重填，保水性更差，影響周圍的環境使附近白頭翁可覓食的食物大量減少，高爾夫球場的興建及開發，對於環境往往有很嚴重的衝擊，若是高爾夫球場不注重水土保持的問題，將會造成嚴重的後果，生態系也會面臨危機，因此我們將會更深入探討此問題。

二十五、經討論後為了了解現今台地對於白頭翁的益處，因此我們製作問卷，調查目前台地地區養狗的人數，並與往昔作比較，再用 excel 進行統計，但因台地人口數量太多，選定人數過少可能會影響實驗的數據，因此我們決定更改問卷調查人數（1500 人），確保數據的精確性。

二十六、我們為了了解現今環境對白頭翁的利弊，並依問卷統計過後，進行初步的推算，若台地以六萬五千人計算，現今養狗的人數也就有三萬三千八百人，以戶去計算，每戶大約有四人，因此有八千四百五十戶養狗，每戶每次放飼料的單位為 200 公克，一天約放 3 次，一天內校犬所能覓食的狗食就有六百公克，實驗結果顯示校犬每天平均覓食狗食數量為 541.4 公克，一隻校犬提供給白頭翁一天的狗食就會有約六十公克，因此白頭翁在台地上一天所能覓食的數量約是 247500 公克（已扣除其他減少的因素，例：部分家庭會將剩餘的狗食清除、有些家庭是住在公寓），白頭翁也就可以減少覓食昆蟲與果實的比例，再根據（**游以德**，環境生態學）所述，城市的盲目擴大，使本來已經惡化的城市生態環境，又添加了更多的社會生態問題。

二十七、在觀察鳥糞時，我們發現前來覓食狗食的白頭翁糞便內，以果實的成分居多，並無昆蟲的殘骸，因此針對此部分的結果，我們進行了初步的推論：若其他並無覓食狗食的白頭翁糞便內，含有昆蟲的殘渣，且根據狗食的成分顯示，狗食內含有較多的蛋白質，白頭翁就可能是因為要攝取更多的蛋白質，而前來覓食狗食。因此針對此部份我們做了實驗，比較覓食狗食之白頭翁與無覓食狗食之白頭翁的差異。

二十八、文獻中，**劉克襄**（1989）提到，領域侵犯者有時會偷偷溜進領域中竊奪領域內的資源，這些偷竊個體（或偷竊者）常常靠暗淡的體色，和隱蔽的行為動作而不被領域佔有者所發覺。偷竊者總是會給領域佔有者帶來損失，牠的活動一旦被領域佔有者發現就會被驅逐出境。這與我們所觀察到的白頭翁覓食狗食之行為相符。根據文獻所提及（**教育部**，自然保育 教育部出版），城市開發的影響，所以白頭翁才出來至已開發地區尋找食物，改變原本的習性去覓食狗食。

## 柒、結論

統整以上的實驗結果：以腳紋拓印法來判別白頭翁個體，是本報告的重點與創新。而在此項實驗發現到，在校園內前來覓食狗食共有 7 隻白頭翁。而白頭翁單隻覓食狗食時的時間長，覓食數量少，兩隻以上則反之。且針對覓食狗食的行為牠也已發展出一套覓食系統，且在覓食前常有鳴叫招同伴的行為。覓食狗食的行為時間則散佈於各個時段，無規律性，溫度及天氣對白頭翁覓食之行為也不會造成太大影響。此外，白頭翁也不會因狗食大小、形狀、顏色以及稠狀狗食影響覓食狗食的行為。白頭翁能夠明確判斷人類放置的食物是否能食用。針對校犬部分，白頭翁也能迅速的適應周遭環境，並找到應變措施。而白頭翁是因為環境的改變，所能覓食食物減少，因此白頭翁選擇覓食狗食來替代昆蟲內所含的蛋白質，更進一步發展出自己的一套系統。

## 捌、參考資料

### 一、論文期刊

#### （一）**Takeshi Yamasaki**（2005）

Taxonomic Status of Populations of the Light-vented Bulbul *Pycnonotus sinensis* (Passeriformes: Pycnonotidae) in Taiwan and the Southern Ryukyus.

#### （二）**劉小如**（1991）太魯閣國家公園烏頭翁與白頭翁生態行為研究 太魯閣國家公園管理處。

#### （三）**陳宛均**（2007）台灣中部低海拔森林燕雀目鳥種灌叢巢與地面巢的天敵掠食風險。

### 二、書籍



的天敵掠食風險。

## 二、書籍

- (一) **王金源、曾淑芳**，台北動物園賞鳥步道，p.114—p.115（2000）。
- (二) **史蒂芬·摩斯、陳姿言**，鳥類私生活（2007）。  
晨星出版，p.16 p.17 p.28 p.29 p.30 p.31（1995）。
- (三) **竹下信雄、羅婉甄**，野鳥觀賞&認識234種。  
大坤書局有限公司，p.22—p.23（1993）。
- (四) **行政院農業委員會林業**，自然文化景觀保育論文集〈三〉野生保育專輯/Memoir of Nature, Endangered and Rare Plant / Animal Species and Landscape Conservation〈三〉。p.1—p.6（1987）。
- (五) **尙玉昌**，行為生態學。五南出版公司，p.420—p.473（2003）。
- (六) **祁偉廉**，鳥羽。南周出版，p.283 p.260（2006）。
- (七) **常家傳、馬金生、魯長虎**，鳥類學ORNITHOLOGY（1995）。
- (八) **張萬福**，台灣的陸鳥THE LAND BIRDS OF TAIWAN（1985）。
- (九) **教育部**，自然保育。教育部出版，p.78—p.81（1999）。
- (十) **游以德**，環境生態學。地景企業，p.156—p.162（2007）。
- (十一) **劉克襄**，台灣鳥類研究開拓史。聯經出版事業公司（1989）。

## 三、網路資料

- (一) [http://tbc.yam.org.tw/birdlist\\_feet.htm](http://tbc.yam.org.tw/birdlist_feet.htm)  
台灣白頭翁圖鑑 Taiwan Bird Count
- (二) [http://archive.zo.ntu.edu.tw/bird/r\\_bird\\_index.asp?bird\\_id=B0381](http://archive.zo.ntu.edu.tw/bird/r_bird_index.asp?bird_id=B0381)  
台灣大學動物博物館—鳥類資料庫。

## 玖、附錄



圖四十三、白頭翁停於矮牆上。



圖四十四、白頭翁停於樹上。



圖四十五、兩隻白頭翁停於樹上。

## **【評語】 030317**

本研究以「白頭翁覓食狗食行為」為研究主題，並以腳紋拓印法做為白頭翁個體之確認，研究方法頗具創意。實驗原始紀錄資料豐富，成果能以圖表清晰呈現，研究精神值得嘉許。建議未來能針對白頭翁覓食行為做進一步觀察。